

Abstract of DE 32 05 129 (A1)

### Device for detecting the formation of ice and/or hoar frost

Since the devices used hitherto, operating with temperature sensors, for detecting the formation of ice and/or hoar frost occasionally signal the formation of ice or hoar frost at negative temperatures although the former are not yet actually present, or indicate no icing although it has already occurred at positive temperatures, the invention provides a device which despite a relatively simple design always reliably detects and quantitatively measures formation of ice or hoar frost. The device consists of a light source (3) which directs a beam of polarised light onto the surface (1) of a body (2) coated with a layer (S) of ice or hoar frost.; The reflected light passes to a light-receiving device (13), and if the polarised light is depolarised by the layer (S) of ice or hoar frost it passes through a single-tuned filter (23) onto a photodiode (24), so that, for example, a threshold-value detector (26) emits a signal characteristic of the formation of ice or hoar frost.

Downloaded from Espacenet

⑩ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

⑪ DE 3205129 A1

⑥ Int. Cl. 3:

G 01 W 1/00

G 08 B 19/02

F 28 F 27/00

DE 3205129 A1

- ② Aktenzeichen: P 32 05 129.8  
② Anmeldetag: 12. 2. 82  
③ Offenlegungstag: 1. 9. 83

⑦ Anmelder:

Happel GmbH & Co, 4690 Herne, DE

⑦ Erfinder:

Popp, Hanns-Peter, Prof. Dr., 7500 Karlsruhe, DE;  
Sagasser, Gero, Dipl.-Ing., 3405 Rosdorf, DE

2. Okt. 1983

BPU. Utrechtraad

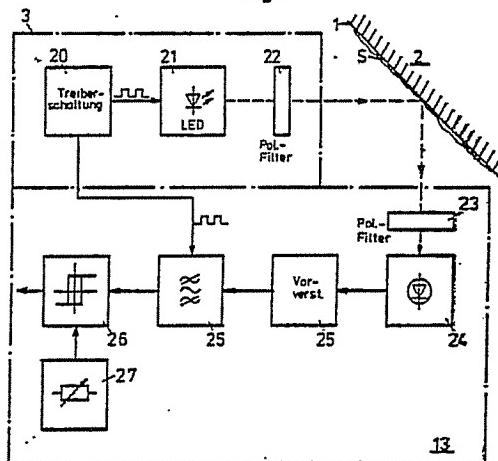
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## ④ Vorrichtung zum Erkennen von Eis- und/oder Reifbildung

Da die bisher verwendeten, mit Temperaturfühlern arbeitenden Vorrichtungen zum Erkennen von Eis- und/oder Reifbildung bei Minustemperaturen manchmal eine Eis- bzw. Reifbildung signalisieren, wenngleich diese tatsächlich noch nicht vorhanden ist bzw. keine Vereisung signalisieren, wenngleich ein solche bereits bei positiven Temperaturen eingetreten ist, schafft die Erfindung eine Vorrichtung, die trotz relativ einfachen Aufbaus eine Eis- bzw. Reifbildung stets zuverlässig erkennt und quantitativ mißt. Die Vorrichtung besteht aus einer Lichtquelle (3), die einen Strahl polarisierten Lichts auf die mit einer Eis- bzw. Reifsicht (S) überzogene Oberfläche (1) eines Körpers (2) lenkt. Das reflektierte Licht gelangt zu einer Lichtfangseinrichtung (13), und wenn das polarisierte Licht durch die Eis- bzw. Reifsicht (S) depolarisiert ist, gelangt es durch ein Polfilter (23) auf eine Photodiode (24), so daß zum Beispiel ein Schwellenwertdetektor (26) ein für die Eis- bzw. Reifbildung kennzeichnendes Signal abgibt.

(32 05 129)

Fig. 4



COPY

DR.-ING. STUHLMANN - DIPLO-ING. WILLETT...  
DR.-ING. OIDTMANN - DIPLO-PHYS. DR. JUR. REUTERS  
PATENTANWÄLTE

AKTEN-NR. 81/29820

Ihr Zeichen

4630 BOCHUM 11.2.1982

XII  
Postschließfach 10 24 50

Fernruf 0234/5 19 57

Bergstraße 159

Teleg.: Stuhlmannpatent

Patentansprüche:

3205129

(1) Vorrichtung zum Erkennen von Eis- und/oder Reifbildung an einer Beobachtungsstelle, insbesondere auf Wärmetauscherflächen von Kühlvorrichtungen, Wärmepumpenanlagen und der gleichen, gekennzeichnet durch eine Lichtquelle (3) zum Bestrahlen der Beobachtungsstelle (B), und eine Lichtempfangseinrichtung (8; 8', 13) mit einem Detektor (11; 15'), der auf eine signifikante Änderung der pro Zeiteinheit empfangenen Menge des von der Lichtquelle (3) stammenden Lichts anspricht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtempfangseinrichtung (8, 8') bezüglich Lichtquelle (3) und Beobachtungsstelle (B) an einem Ort angeordnet ist, der nicht dem Reflexionswinkel entspricht, und daß der Detektor (11) bei Eis- beziehungsweise Reifbildung auf die durch Streuung bewirkte Erhöhung der Menge des von der Lichtempfangseinrichtung (8, 8') empfangenen Lichts anspricht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (3) ein erstes Polarisationsfilter (7) aufweist, und daß der Lichtempfangseinrichtung (8, 13) ein zweites Polarisationsfilter (12, 17) vorgeschaltet ist, dessen Winkelstellung bezüglich derjenigen des ersten Polarisationsfilters (7) derart eingestellt ist, daß es im wesentlichen nur bei Eisbildung an der Beobachtungsstelle (B) aufgrund der dadurch bewirkten Depolarisation Licht durchläßt.

COPY

- 2 -

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtempfangseinrichtung (13) im Reflexionswinkel bezüglich Lichtquelle (3) und Beobachtungsstelle (B) angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtempfangseinrichtung (13) mit dem zweiten Polarisationsfilter (17) als zusätzliche Lichtempfangseinrichtung zu derjenigen (8') außerhalb des Reflexionswinkels vorgesehen ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (3) eine - insbesondere im sichtbaren Spektrum arbeitende - Leucht- oder Laserdiode (6) aufweist, daß die Lichtempfangseinrichtung ein Fotoelement, zum Beispiel eine Photodiode (10, 16) oder einen Fototransistor aufweist, und daß der Detektor (11; 15) als Schwellenwertdetektor ausgebildet ist, der auf eine signifikante Änderung der empfangenen Lichtmenge anspricht und ein für die Eisbildung beziehungsweise das Ende eines Abtauvorgangs kennzeichnendes Signal liefert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (3) für den Pulsbetrieb ausgelegt ist, und daß die Lichtempfangseinrichtung (zum Beispiel 13) auf die Pulsfrequenz der Lichtquelle (3) abgestimmt ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß Lichtquelle (3) und/oder Lichtempfangseinrichtung (8; 8', 13) gegen Staub-

320512

- 3 -

und Schmutzeinwirkung durch ein Schutzrohr (5, 9, 14) geschützt sind, welches den Strahlengang des Lichts teilweise umgibt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Lichtquelle (3) und Lichtempfangseinrichtung (8; 8', 13) in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet, zum Beispiel eingegossen sind.

COPY

Happel GmbH & Co., Südstraße, 4690 Herne 2

Vorrichtung zum Erkennen von Eis- und/oder Reifbildung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Erkennen von Eis- und/oder Reifbildung an einer Beobachtungsstelle, insbesondere auf Wärmetauscherflächen von Kühlvorrichtungen, Wärmepumpenanlagen und dergleichen.

Vorrichtungen dieser Art kommen beispielsweise bei Wärmepumpenanlagen oder Kühlvorrichtungen zum Einsatz und dienen dem Zweck, eine zu starke Vereisung von beispielsweise luftdurchströmten Wärmeaustauschern weitestgehend zu vermeiden. Nachdem eine bis zu einem gewissen Grad erfolgte Vereisung erfolgt ist, wird das Eis durch Aufheizen abgetaut. Um hierzu möglichst wenig Energie aufwenden zu müssen, ist es wünschenswert, den Abtauvorgang genau dann zu beenden, wenn das Eis gerade restlos abgetaut ist. Bei einem Wärmetauscher beispielsweise, der aus auf Kupferrohren sitzenden, einen geringen Abstand voneinander aufweisenden Aluminiumlamellen besteht, kondensiert aufgrund einer Temperaturdifferenz zwischen Luft und Oberfläche des Wärmetauschers Wasser, welches unter bestimmten Bedingungen zu Reif und Eis gefriert. Hierdurch wird die Wärmeleitfähigkeit der Wärmetauscheroberfläche herabgesetzt, so daß der Wirkungsgrad des Wärmetauschers abnimmt. Die Vereisung kann soweit fortschreiten, daß sich die Lamellenzwischenräume vollständig zusetzen, so daß der Wärmetauscher nicht mehr ordnungsgemäß arbeitet. Es ist daher erforderlich, das Eis abzutauen. Dies geschah bisher entweder in bestimmten, vorab festgelegten Zeitabständen oder bei Erkennung einer Eisbildung an der Wärmetauscheroberfläche.

- 5 -

Eine Möglichkeit zum Erkennen von Eis- und Reifbildung und dessen Stärke besteht zum Beispiel darin, die Temperatur an einer interessierenden Stelle (Beobachtungsstelle), bei einem Wärmetauscher der oben erläuterten Art beispielsweise auf der Oberfläche einer Lamelle, zu beobachten, um einen Abtauvorgang einzuleiten, nachdem das Eis eine Höchststärke erreicht hat. Allerdings ist eine solche Temperaturüberwachung insoweit unvollkommen, als bei Temperaturen der Umgebungsluft unterhalb von  $0^{\circ}\text{C}$  aufgrund der extrem geringen Luftfeuchtigkeit keine Vereisung eintritt. Kritisch ist insbesondere der Fall, daß die Außenluft beispielsweise zwischen  $0^{\circ}\text{C}$  und  $+5^{\circ}\text{C}$  liegt, die Oberfläche des Wärmeaustauschers jedoch eine Temperatur unterhalb von  $0^{\circ}\text{C}$  besitzt. In diesem Fall erfolgt eine Vereisung. Man müßte theoretisch also sowohl die Temperatur direkt an der Oberfläche des Wärmeaustauschers als auch die Temperatur in der Umgebungsluft messen, um durch Auswertung der Meßergebnisse eine Aussage darüber zu erhalten, ob eine Vereisung vorliegt. Allerdings wäre eine derartig gewonnene Aussage noch mit einem erheblichen Unsicherheitsfaktor behaftet. Um hier eine weitere Verbesserung zu erzielen, könnte man noch die Luftfeuchtigkeit messen, um diesen Meßwert zur Gewinnung der Aussage "Eisbildung/keine Eisbildung" heranzuziehen. Eine entsprechende Vorrichtung wäre aber sowohl hinsichtlich der Meßfühler als auch hinsichtlich der Verarbeitung der Meßwerte relativ aufwendig.

Die oben geschilderten für Wärmetauscher spezifischen Probleme treten in gleicher oder ähnlicher Weise auch in anderen Bereichen auf, beispielsweise tritt eine unerwünschte Vereisung auf bei Kühlvorrichtungen allgemein, an Oberflächen von Flugkörpern, an unbemannten Überwachungs- und Meßstationen, auf Verkehrswegen, insbesondere auf Fahrdecken für Kraftfahrzeuge, und dergleichen.

- 6 -

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs angegebenen Art anzugehen, die trotz relativ einfachen Aufbaus eine sichere Anzeige darüber zu liefern vermag, ob an der Beobachtungsstelle eine Eis- oder Reifbildung eingetreten ist oder nicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Lichtquelle zum Bestrahlen der Beobachtungsstelle und eine Lichtempfangseinrichtung mit einem Detektor, der auf eine signifikante Änderung der pro Zeiteinheit empfangenen Menge des von der Lichtquelle stammenden Lichts anspricht.

Der Grundgedanke der Erfindung liegt darin, unterschiedliche physikalische Eigenschaften von Wasser einerseits und Reif beziehungsweise Eis andererseits für die Erkennung einer Reif- beziehungsweise Eisbildung auszunutzen. Die Bildung von Reif ist durch das menschliche Auge mühelos erkennbar, sofern die Reifbildung einigermaßen weit fortgeschritten ist. Die Erfindung macht sich die Beeinflussung des auf eine vereiste beziehungsweise bereifte Fläche fallenden Lichts zunutze, indem sie die "künstliche" Lichtquelle und die Lichtempfangseinrichtung mit dem Detektor vorsieht. Die Erfindung ermöglicht die sichere Feststellung, ob eine Eis- beziehungsweise Reifbildung vorliegt oder nicht; darüber hinaus kann die Stärke der Vereisung beziehungsweise Reifbildung erkannt werden, da die Menge des empfangenen Lichts von dem Ausmaß der Vereisung abhängt.

Speziell für die Erkennung von Reifbildung sieht die Erfindung vor, daß die Lichtempfangseinrichtung bezüglich Lichtquelle und Beobachtungsstelle an einem Ort angeordnet ist, der nicht dem Reflexionswinkel entspricht, und daß der Detektor bei Eis- beziehungsweise Reifbildung auf die durch Streuung bewirkte

COPY

- 6a - 7.

Erhöhung der Menge des von der Lichtempfangseinrichtung empfundenen Lichts anspricht. Als Beispiel soll nochmals die oben erwähnte Wärmetauscheranordnung herangezogen werden. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Lichtquelle direkt auf die Lichtempfangseinrichtung zu lenken, und zwar derart, daß der Lichtstrahl beispielsweise zwischen zwei Lamellen hindurch verläuft, so daß bei einer Eisbildung auf den Lemellenoberflächen der Lichtstrahl verkleinert beziehungsweise schließlich ganz unterbrochen wird. Vorzugsweise wird jedoch die Lichtquelle so eingestellt, daß der Lichtstrahl auf einen Oberflächenbereich des Wärmetauschers fällt, um von der Oberfläche entsprechend dem Reflexionswinkel abgelenkt zu werden.

-- 7 --

-X-8

Nach der oben angegebenen Weiterbildung der Erfindung jedoch ist die Lichtempfangseinrichtung nicht auf der durch den Reflexionswinkel vorgegebenen Linie angeordnet, sondern außerhalb dieser Linie. Solange keine Eis- beziehungsweise Reifbildung auf der angestrahlten Oberfläche vorliegt, wird der zweckmäßigerweise möglichst scharf gebündelte Lichtstrahl also entsprechend dem Reflexionswinkel an der Lichtempfangseinrichtung vorbeigelenkt. Sobald eine Vereisung, insbesondere eine Reifbildung erfolgt, wird das Licht an der Beobachtungsstelle gestreut, so daß nunmehr auch Lichtstrahlen auf die Lichtempfangseinrichtung fallen. Eine derartige Änderung der empfangenen Lichtmenge kann durch den Detektor ausgewertet werden, so daß man eine zuverlässige Anzeige darüber behält, daß eine Reifbildung eingesetzt hat und wie stark diese ist.

Häufig ist jedoch bei der Eisbildung zu beobachten, daß sich zunächst Kondenswasser und dann Wassereis bildet, das heißt Eis, dessen äußere Oberfläche von einem dünnen Wasserfilm überzogen ist. Eine Anordnung, die gemäß der oben angegebenen Weiterbildung vornehmlich die Streuung aufgrund von Reifbildung ausnutzt, ist also möglicherweise nur bedingt einsetzbar, das heißt, es müssen zweckmäßigerweise noch Maßnahmen getroffen werden, um die Bildung von Wassereis zu erkennen.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wurde erkannt, daß gefrorenes Wasser im Gegensatz zu flüssigem Wasser auf polarisiertes Licht eine depolarisierende Wirkung hat. Diese depolarisierende Wirkung von Eis wird erfindungsgemäß zum Erkennen von Eis- und/oder Reifbildung dadurch ausgenutzt, daß die Lichtquelle ein erstes Polarisationsfilter aufweist, und daß der Lichtempfangseinrichtung ein zweites Polarisationsfil-

- 8 - 9 .

ter vorgeschaltet ist, dessen Winkelstellung bezüglich derjenigen des ersten Polarisationsfilters derart eingestellt ist, daß es im wesentlichen nur bei Eis- beziehungsweise Reifbildung an der Beobachtungsstelle aufgrund der dadurch bewirkten Depolarisation das Licht durchläßt. In einer speziellen Ausgestaltung kann hierbei vorgesehen sein, daß die Lichtempfangseinrichtung im Reflexionswinkel bezüglich Lichtquelle und Beobachtungsstelle angeordnet ist. Das erste Polarisationsfilter bewirkt, daß das Licht linear polarisiert auf die Beobachtungsstelle fällt, um dort in trockenem oder nassem Zustand der Bedachtungsstelle polarisiert reflektiert zu werden, so daß bei entsprechend eingestelltem zweiten Polarisationsfilter ("gekreuzte Stellung") praktisch kein Licht auf die Lichtempfangseinrichtung trifft. Bildet sich dann beispielsweise Wassereis, so wird das Licht an der Beobachtungsstelle dopolarisiert, so daß das zweite Polarisationsfilter das Restlicht nicht vollständig sperrt, sondern einen Teil des Restlichts durchläßt, so daß dieses Licht auf die Lichtempfangseinrichtung fällt. Diese Änderung der empfangenen Lichtmenge kann durch den Detektor ausgewertet werden.

Andererseits ist die Anordnung der beiden Polarisationsfilter aber auch dann sinnvoll, wenn die Lichtempfangseinrichtung gemäß der oben angegebenen Weiterbildung der Erfindung nicht in der dem Reflexionswinkel entsprechenden Linie liegt, sondern außerhalb dieser Linie. Wenn man nur die durch die Beiführung hervorgerufene Lichtstreuung ausnutzt, so kann es unter Umständen zu Fehlern kommen, nämlich dann, wenn sich an der Beobachtungsstelle Kondenswasser gebildet hat, welches ebenfalls eine Lichtstreuung bewirkt. Durch Hinzufügen der Polarisationsfilter bleibt die durch Kondenswasser erfolgende Streuung des Lichts unberücksichtigt.

- 9 - 10.

Um mit großer Sicherheit sowohl Wassereis als auch Reif erkennen zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Lichtempfangseinrichtung mit dem zweiten Polarisationsfilter als zusätzliche Lichtempfangseinrichtung zu derjenigen außerhalb des Reflexionswinkels vorgesehen ist. Man erhält also eine Anordnung mit einer Lichtquelle und zwei Lichtempfangseinrichtungen, wobei die Lichtquelle mit dem ersten Polarisationsfilter ausgestattet ist, und mindestens die im Reflexionswinkel liegende Lichtempfangseinrichtung mit dem zweiten Polarisationsfilter ausgestattet ist. Letztgenannte Lichtempfangseinrichtung spricht dann auf die Bildung von Wassereis an. Die außerhalb des Reflexionswinkels liegende Lichtempfangseinrichtung spricht bei Reibildung auf die dann erfolgende Lichtstreuung an. Diese außerhalb des Reflexionswinkels liegende Lichtempfangseinrichtung kann, muß jedoch nicht unbedingt mit einem Polarisationsfilter ausgestattet sein.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, als Lichtquelle eine Glühlampe vorzusehen. In einem solchen Fall ist es zweckmäßig, beispielsweise mittels einer Linsenanordnung einen relativ scharf gebündelten Lichtstrahl zu erzeugen, der eine sichere Erkennung der Eis- beziehungsweise Reibildung gestattet. Günstiger ist es jedoch, daß erfindungsgemäß die Lichtquelle eine - insbesondere im sichtbaren Spektrum arbeitende - Leucht- oder Laserdiode ist, daß die Lichtempfangseinrichtung ein Fotoelement, zum Beispiel eine Photodiode oder einen Fototransistor aufweist, und daß der Detektor als Schwellenwertdetektor ausgebildet ist, der auf eine signifikante Änderung der empfangenen Lichtmenge anspricht und ein für die Eisbildung beziehungsweise das Ende des Abtauvorgangs kennzeichnendes Signal liefert. Wenn man im sichtbaren Spektrum arbeitet, bietet sich der Vorteil, daß die für diesen Wellenlängenbereich ver-

COPY

- 10 - A.

fügbaren Polarisationsfilter relativ billig sind. Ein besonderer Vorteil von Leucht- und Laserdioden (letztere dürften in absehbarer Zeit im Preis so stark sinken, daß ihr Einsatz wirtschaftlich zu vertreten ist) besteht darin, daß die Lichtabgabe aufgrund der geringen Trägheit im Gegensatz beispielsweise zu Glühbirnen mit relativ hoher Frequenz gepulst werden kann.

Speziell für die Eliminierung von Fremdlichtstörungen ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Lichtquelle für Pulsbetrieb ausgelegt ist, und daß die Lichtempfangseinrichtung auf die Pulsfrequenz der Lichtquelle abgestimmt ist. Um Störungen durch die übliche Netzfrequenz auszuschalten, liegt die gewählte Pulsfrequenz bei einem nicht ganzzahligen Vielfachen von 50, beispielsweise bei 220 Hertz. Durch ein kleines Tastverhältnis (Impulsdauer: Impulsperiode) kommt man mit einer geringen "Sender"-Leistung aus. Durch Abstimmen der Lichtempfangseinrichtung auf die Pulsfrequenz wird erreicht, daß die Lichtempfangseinrichtung nur auf den "Wechselstromanteil" anspricht, eine mehr oder weniger gleichmäßige Fremdlichteinstrahlung bleibt durch Ausfiltern unberücksichtigt.

Je nach Einsatzart der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann es zweckmäßig sein, daß die Lichtquelle und/oder Lichtempfangseinrichtung gegen Staub- und Schmutzeinwirkung durch ein Schutzrohr geschützt sind, welche den Strahlengang des Lichts teilweise umgibt. Die Lichtquelle beziehungsweise die Lichtempfangseinrichtung befindet sich dann zweckmäßig am Ende des luftdicht abgeschlossenen Endes des Schutzrohres, so daß das Eindringen von Staub aufgrund des Luftstaus in dem Schutzrohr unmöglich ist.

COPY

- 11 - 12

Um ein möglichst kompaktes und einfach zu handhabendes Gerät zu erhalten, ist vorgesehen, daß Lichtquelle und Lichtempfangseinrichtung in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet, zum Beispiel eingegossen sind. Eine solche Anordnung läßt sich mühelos und rasch montieren, und gleichzeitig sind die Einzelheiten der Anordnung vor Beschädigungen weitestgehend geschützt. Die Schutzrohre, die ein Verstauben beziehungsweise Verschmutzen der Lichtquelle beziehungsweise Lichtempfangseinrichtung verhindern sollen, sind bei einem solchen gegossenen Gehäuse beispielsweise als Bohrungen ausgebildet.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Skizze einer Vorrichtung zum Erkennen von Eis- beziehungsweise Reifbildung,

Fig. 2 die Vorrichtung gemäß Fig. 1, wobei sich an der Beobachtungsstelle Eis beziehungsweise Reif gebildet hat,

Fig. 3 eine andere Ausführungsform einer Vorrichtung zum Erkennen von Eis- beziehungsweise Reifbildung, und

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Erkennen von Eis- beziehungsweise Reifbildung.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Vorrichtung zum Erkennen von Eis- und/oder Reifbildung an einer Beobachtungsstelle B. Die Beobachtungsstelle B ist beispielsweise Teil einer Ober-

3205129

- 12 - 13.

fläche 1 einer Aluminiumlamelle 2 eines Wärmeaustauschers einer Wärmepumpe. Selbstverständlich kann sich die Beobachtungsstelle an irgendeinem anderen Ort befinden, wo die Bildung von Eis beziehungsweise Reif festgestellt werden soll.

Die Beobachtungsstelle B wird mittels einer Lichtquelle 3 durch einen "einfallenden" Lichtstrahl E bestrahlt. Der einfallende Lichtstrahl E wird von der Oberfläche 1 an der Beobachtungsstelle B, die gemäß der Darstellung in Fig. 1 als glatte, trockene Oberfläche vorliegt, im Reflexionswinkel als "reflektierter" Lichtstrahl R reflektiert.

Die Lichtquelle 3 weist eine Treiberschaltung 4 zum Betreiben einer in einem Schutzrohr 5 angeordneten Leuchtdiode 6 auf. Im Strahlengang des "einfallenden" Lichtstrahls E befindet sich ein erstes Polarisationsfilter 7, so daß die Wellenebenen der im Lichtstrahl E enthaltenen Einzellichtstrahlen linear polarisiert sind. Dies ist in der Zeichnung durch das Symbol " $\oplus$ " markiert.

Wie in Fig. 1 angedeutet, ist das an der glatten Aluminiumoberfläche 1 reflektierte Licht des Lichtstrahls R immer noch polarisiert. Das von der glatten Oberfläche reflektierte Licht ist noch relativ stark gebündelt, so daß praktisch kein Licht auf die Lichtempfangseinrichtung 8 fällt.

Die Lichtempfangseinrichtung 8 besteht aus einem in einem Schutzrohr 9 an dessen Ende angeordneten Lichtempfangselement 10, das hier als Fotodiode ausgebildet ist, einem Detektor 11, sowie einem dem Lichtempfangselement 10 vorgesetzten zweiten Polarisationsfilter 12.

COPY

- 13 - 14.

Fig. 2 zeigt die Fig. 1 entsprechende Anordnung, nur daß nunmehr an der Oberfläche 1 der Aluminiumlamelle 2 eine Eis- beziehungsweise Reifschicht S vorhanden ist, die bewirkt, daß an der Beobachtungsstelle B das polarisierte Licht des Lichtstrahls E gestreut und depolarisiert wird. Die Tatsache, daß das Licht nach der Reflexion an der Beobachtungsstelle B depolarisiert ist, ist in Fig. 2 durch die Doppelpfeile P angedeutet.

Aufgrund der Streuung, hervorgerufen durch die Reifbildung, gelangt nunmehr auch Licht zur Lichtempfangseinrichtung 8. Bei Reif- beziehungsweise Eisbildung an der Oberfläche 1 wird also pro Zeiteinheit in der Lichtempfangseinrichtung 8 eine andere Lichtmenge empfangen, als wenn die Oberfläche 1 trocken ist. Diese Änderung der empfangenen Lichtmenge wird durch den Detektor 11 erfaßt und in ein entsprechendes Signal umgewandelt, welches beispielsweise ein Anzeigelämpchen ansteuert, das dann bei Aufleuchten die Vereisung beziehungsweise Reifbildung an der Beobachtungsstelle B anzeigt. Das Signal kann außerdem dazu herangezogen werden, einen Abtauvorgang einzuleiten, durch den die Vereisung beziehungsweise Reifbildung an der Oberfläche 1 beseitigt wird. Dieses Abtauen kann je nach Anwendungsfall durch eine Heizeinrichtung erfolgen, oder durch Abschalten des Kühlmittelkreislaufs. Ist die gesamte Eis- beziehungsweise Reifschicht abgetaut, so sinkt die Lichtintensität bei der Lichtempfangseinrichtung 8 entsprechend. Das entsprechende Signal wird dazu herangezogen, den Abtauvorgang zu beenden, das heißt, durch das Signal wird die Heizeinrichtung ausgeschaltet.

Grundsätzlich ist es also möglich, durch die Lichtquelle 3 und die Lichtempfangseinrichtung 8 gemäß der Anordnung, wie sie in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist, eine Eisbildung beziehungsweise Reifbildung an der Beobachtungsstelle B zu erkennen, und zwar auch ohne die Polarisationsfilter 7 beziehungsweise 12. Nun kommt es aber häufig vor, daß an der Beobachtungsstelle vor einer Eis- oder Reifbildung eine Kondensierung von Wasser er-

COPY

- 14 - 15 .

folgt, die bewirkt, daß der "einfallende" Lichtstrahl E gestreut wird, so daß etwas Streulicht in die Lichtempfangseinrichtung 8 gelangt. Dies könnte insbesondere bei unzulänglicher Justierung der Lichtempfangseinrichtung dazu führen, daß irrtümlich eine Eis- oder Reifbildung an der Beobachtungsstelle B signalisiert wird. Das in einem solchen Fall auf die Lichtempfangseinrichtung 8 treffende Licht ist dann jedoch polarisiert.

Um dieser fälschlichen Anzeige einer Eis- oder Reifbildung vorzubeugen, werden die Polarisationsfilter 7 und 12 vorgesehen. Wenn das zweite Polarisationsfilter 12 so in seinem Winkel eingestellt ist, daß bei Einfall polarisierten Lichts entsprechend dem trockenen Zustand der Oberfläche 1 an der Beobachtungsstelle B kein Licht auf die Lichtempfangseinrichtung 8 fällt, so wird auch bei der Bildung von Kondenswasser praktisch kein Licht auf die Lichtempfangseinrichtung 8 fallen. Nur im Fall der Reifbildung, also bei gleichzeitiger Streuung und Depolarisation an der Beobachtungsstelle B stellt sich eine Erhöhung der einfallenden Lichtmenge an der Lichtempfangseinrichtung 8 ein. Auf diese Weise kann zuverlässig die Reifbildung an der Beobachtungsstelle B erkannt werden.

Um eine optimale Erkennung sowohl von Eiswasser als auch von Reifbildung an der Beobachtungsstelle B der Oberfläche 1 zu erkennen, kann zusätzlich zu der Lichtempfangseinrichtung eine zusätzliche Lichtempfangseinrichtung vorgesehen werden, die sich auf der dem Reflexionswinkel des "einfallenden" Lichtstrahls E entsprechenden Linie, also im "reflektierten" Lichtstrahl R befindet. Je nach Anwendungsfall braucht auch nur eine einzige solche Lichtempfangseinrichtung vorgesehen zu sein, wobei auf die außerhalb des Reflexionswinkels

- 15 - 16.

angeordnete Lichtempfangseinrichtung verzichtet wird. Eine solche Anordnung ist vorzugsweise dann zu wählen, wenn in erster Linie die Bildung von Wassereis erkannt werden soll.

Fig. 3 zeigt eine solche Anordnung mit zwei Lichtempfangseinrichtungen 8' und 13. Die Lichtempfangseinrichtung 8' entspricht in etwa der Lichtempfangseinrichtung 8 gemäß den Fig. 1 und 2, jedoch ist bei der Lichtempfangseinrichtung 8' kein Polarisationsfilter vorgesehen. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, wird der Strahl E polarisierten Lichts an der Eis- beziehungsweise Reifschicht S gestreut und reflektiert. Hierbei erfolgt eine Depolarisation, was in Fig. 3 durch die beiden Doppelpfeile P angedeutet ist. Bei Reifbildung erfolgt eine entsprechende Anzeige durch die Lichtempfangseinrichtung 8' in der bereits erläuterten Weise. Bei der Bildung von Wassereis wird der "einfallende" polarisierte Lichtstrahl E an der Beobachtungsstelle B reflektiert, und der depolarisierte "reflektierte" Lichtstrahl R trifft auf die Lichtempfangseinrichtung 13, die ähnlich wie die anderen Lichtempfangseinrichtungen ein Schutzrohr 14, einen Detektor 15, ein beispielsweise als Fotodiode ausgebildetes Lichtempfangselement 16 und ein Polarisationsfilter 17 aufweist.

Die Winkelstellung des Polarisationsfilters (Analysators) 17 ist so gewählt, daß bei trockener Oberfläche 1, das heißt ohne Eis- beziehungsweise Reifbildung kein Licht auf das Lichtempfangselement 16 fällt. Bei Bildung von Wassereis jedoch wird das Licht depolarisiert und gelangt teilweise durch den Polarisationsfilter 17 auf das Lichtempfangselement 16.

Wenn bei einer solchen Anordnung eine Lichtstreuung an

- 16-17 -

der Beobachtungsstelle B beispielsweise durch Kondenswasser erfolgt, so würde - wie oben erwähnt - möglicherweise die Lichtempfangseinrichtung 8' fälschlicherweise eine Eis- oder Reifbildung anzeigen. Da in diesem Fall jedoch kein Licht auf das Lichtempfangselement 16 der Lichtempfangseinrichtung 13 fällt, kann die Zustandskombination "Licht bei 8' und kein Licht bei 13" dahingehend ausgewertet werden, daß keine Reifbeziehungsweise Eisbildung an der Oberfläche 1 vorliegt.

Als Lichtquelle wird beispielsweise eine Leuchtdiode verwendet, die im sichtbaren Spektrum arbeitet. Dies bietet die Möglichkeit, relativ billige Polarisationsfilter zu verwenden. Eine besonders gute Bündelung des Lichts wird bei Verwendung von Laserdioden als Lichtquellen erzielt. Als Lichtempfangselemente kommen beispielsweise Fotodioden und Phototransistoren in Betracht. Grundsätzlich besteht zwar die Möglichkeit, als Lichtquelle eine Glühlampe zu verwenden, jedoch sind derartige Lichtquellen für Pulsbetrieb zu träge, so daß Leuchtdioden und Laserdioden vorzuziehen sind. Der Vorteil der Verwendung von Leuchtdioden beziehungsweise Laserdioden soll im folgenden anhand von Fig. 4, die ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zum Erkennen einer Vereisung beziehungsweise Reifbildung an einer Beobachtungsstelle darstellt, erläutert werden.

Gemäß Fig. 4 liefert eine Treiberschaltung 20 an eine Leuchtdiode 21 entweder ein Gleichsignal oder ein Rechtecksignal, so daß die Leuchtdiode 21 im Dauerstrichbetrieb oder gepulst arbeitet. Der von der Leuchtdiode 21 abgegebene Lichtstrahl wird durch ein Polfilter 22 linear polarisiert, so daß von der Oberfläche 1 der Aluminiumlamelle 2, die mit einer

- 31 - 18.

Eis- beziehungsweise Reifsschicht S bedeckt sein kann, das linear polarisierte Licht polarisiert beziehungsweise depolarisiert reflektiert (und möglicherweise gestreut) wird. Das reflektierte Licht gelangt durch einen weiteren Polfilter 23 zu einer Photodiode 24, die, falls das reflektierte Licht depolarisiert ist, auf das empfangene Licht anspricht und ein Signal an einen Vorverstärker 25 gibt, dessen Ausgangssignal im Fall von Pulsbetrieb von einem Bandpaßfilter 25 gefiltert, geglättet und von einem stereosehaften Schwellenwertschalter 26 weiterverarbeitet wird. Die Ansprechschwelle des Schwellenwertschalters oder -detektors 26 lässt sich mittels eines veränderlichen Widerstands 27 justieren.

Wenn die Treiberschaltung 20 die Leuchtdiode 21 mit Gleichstrom betreibt, gelangt bei eis- und reiffreier Oberfläche 1 praktisch kein Licht zur Photodiode 24, so daß das Ausgangssignal des Schwellenwertschalters 26 beispielsweise niedrigen Pegel aufweist. Bei Eis- und/oder Reifbildung an der Oberfläche 1 erfolgt eine Depolarisierung des Lichts, so daß die Leuchtdiode 24 Licht empfängt. Folglich liefert die Photodiode 24 ein Ausgangssignal, das von dem Vorverstärker 25 verstärkt und unter Umgehung des Bandpaßfilters 25 an den Schwellenwertschalter 26 weitergegeben wird. Der Schwellenwertschalter spricht auf dieses Signal an und liefert an seinem Ausgang dann ein Signal hohen Pegels, welches für eine Anzeige oder zum Einleiten eines Abtauvorgangs verwertet werden kann.

Der Schwellenwertschalter kann derart eingestellt sein, daß der Abtauvorgang bereits bei Einsetzen der Vereisung eingeleitet wird, das heißt, der Schwellenwertschalter 26 liefert ein Signal hohen Pegels, sobald eine Reif- beziehungsweise Eisbildung einsetzt. Nach Abfallen des Signals auf niedrigen Pegel

- 18 - 19.

wird der Abtauvorgang beendet. Der Schwellenwertschalter 26 kann aber für zwei verschiedene Schwellenwerte ausgebildet sein. Ein erster, hoher Schwellenwert entspricht einer bereits bis zu einem gewissen Stadium fortgeschrittenen Vereisung, so daß der Abtauvorgang erst dann eingeleitet wird, wenn die Vereisung eine gewisse Stärke erreicht hat. Der Abtauvorgang wird jedoch nicht bei Unterschreiten dieses hohen Schwellenwertes beendet, sondern erst bei Unterschreitung eines zweiten, relativ niedrigen Schwellenwertes, wobei dieser niedrige Schwellenwert dann so eingestellt ist, daß er einer eis- und reiffreien Beobachtungsstelle entspricht.

In bestimmten Anwendungsfällen muß damit gerechnet werden, daß Fremdlicht durch das Polarisationsfilter 23 auf die Leuchtdiode 24 gelangt, was dann möglicherweise zu einem fälschlichen Ausgangssignal am Ausgang des Schwellenwertschalters 26 führt. Um derartige Störeinflüsse auszuschalten, liefert die Treiberschaltung vorzugsweise als Ausgangssignal ein Rechtecksignal an die Leuchtdiode 21, das heißt, die Leuchtdiode 21 arbeitet im Pulsbetrieb. Ein der Pulsfrequenz entsprechendes Signal wird als Taktsignal von der Treiberschaltung 20 an das Bandpaßfilter 25, welches beispielsweise als sogenannter LOK-IN-Verstärker ausgebildet ist, gegeben. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß praktisch nur der "Wechselanteil" der von der Leuchtdiode 21 abgegebenen Signale in der Empfängerschaltung berücksichtigt wird, von Fremdlicht verursachte Störungen werden durch die Filterschaltung 25 ausgefiltert. Die Filterschaltung 25 liefert nach Integration am Ausgang einen Gleichpegel, und entsprechend diesem Pegel gibt der Schwellenwertschalter 26 an seinem Ausgang ein Signal niedrigen oder hohen Pegels ab.

COPY

- 19 - 20.

Möglicherweise muß mit weiteren Störeinflüssen gerechnet werden, beispielsweise mit Störungen aufgrund von Staub und Schmutz, die den Betrieb sowohl der Lichtquelle als auch der Lichtempfangseinrichtung beeinträchtigen können. Werden sowohl Lichtquelle als auch Lichtempfangseinrichtung jeweils am Ende der Schutzrohre 5 beziehungsweise 9 oder 14 angeordnet, wobei das Rohrende dann jeweils im unteren Bereich, das heißt im Bereich von Lichtquelle beziehungsweise Lichtempfangseinrichtung, luftdicht abgeschlossen ist, so kann praktisch kein Staub oder Schmutz auf die Oberfläche von Polarisationsfilter, Leuchtdiode oder Fotodiode gelangen, weil sich in dem Schutzrohr ein Luftstau bildet.

Durch Anordnen von Lichtquelle und Lichtempfangseinrichtung(en) in ein einziges Gehäuse erhält man eine kompakte Vorrichtung, die sich leicht montieren läßt. Unter Aussparung der Schutzrohre läßt sich die gesamte Anordnung beispielsweise in Epoxyharz eingießen, so daß die Elemente sowie die dazugehörigen Anschlüsse gut geschützt sind.

21.  
Leerseite

COPY

3205129

-23-

Nummer:

3205129

Int. Cl. 3:

G 01 W 1/00

Anmeldetag:

12. Februar 1982

Offenlegungstag:

1. September 1983

Fig. 1

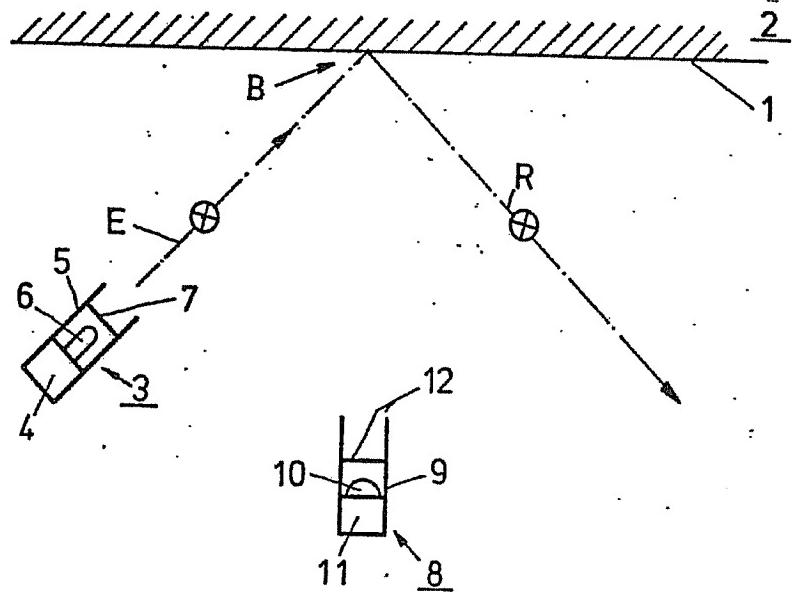
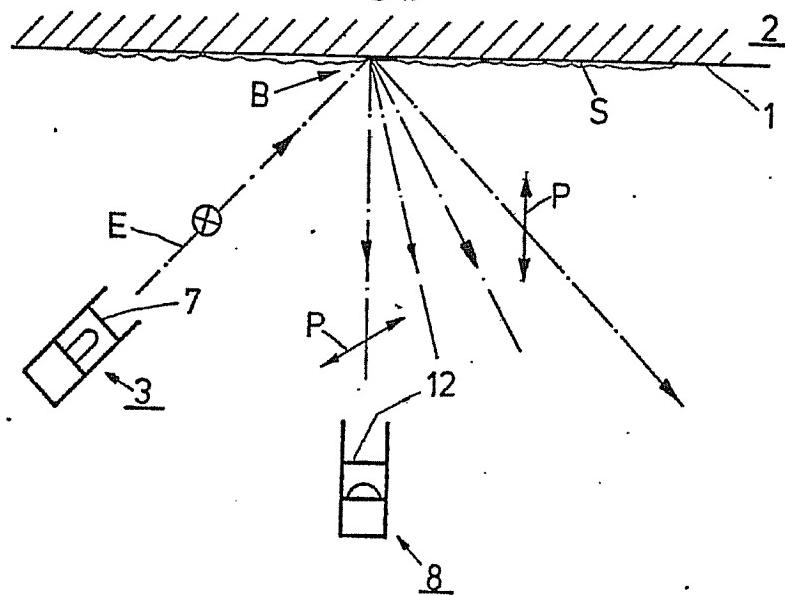


Fig. 2



COPY

3205129

Fig. 3

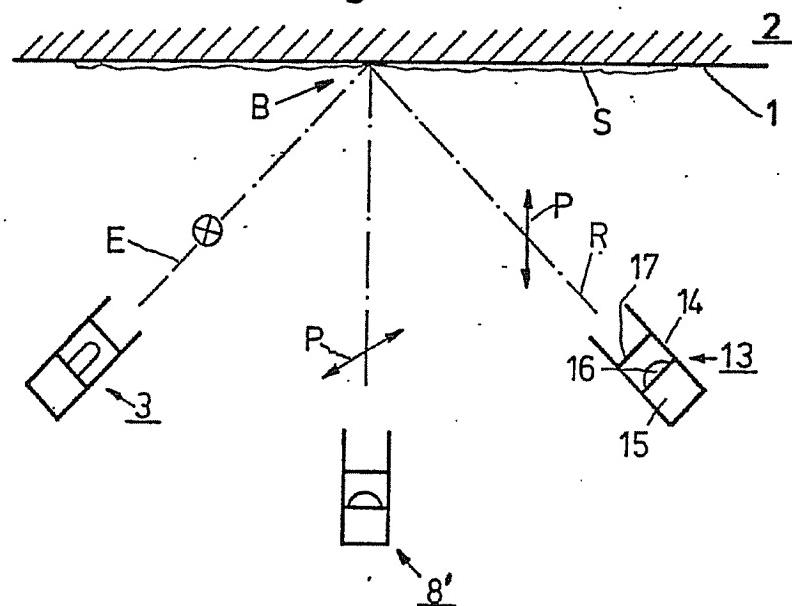
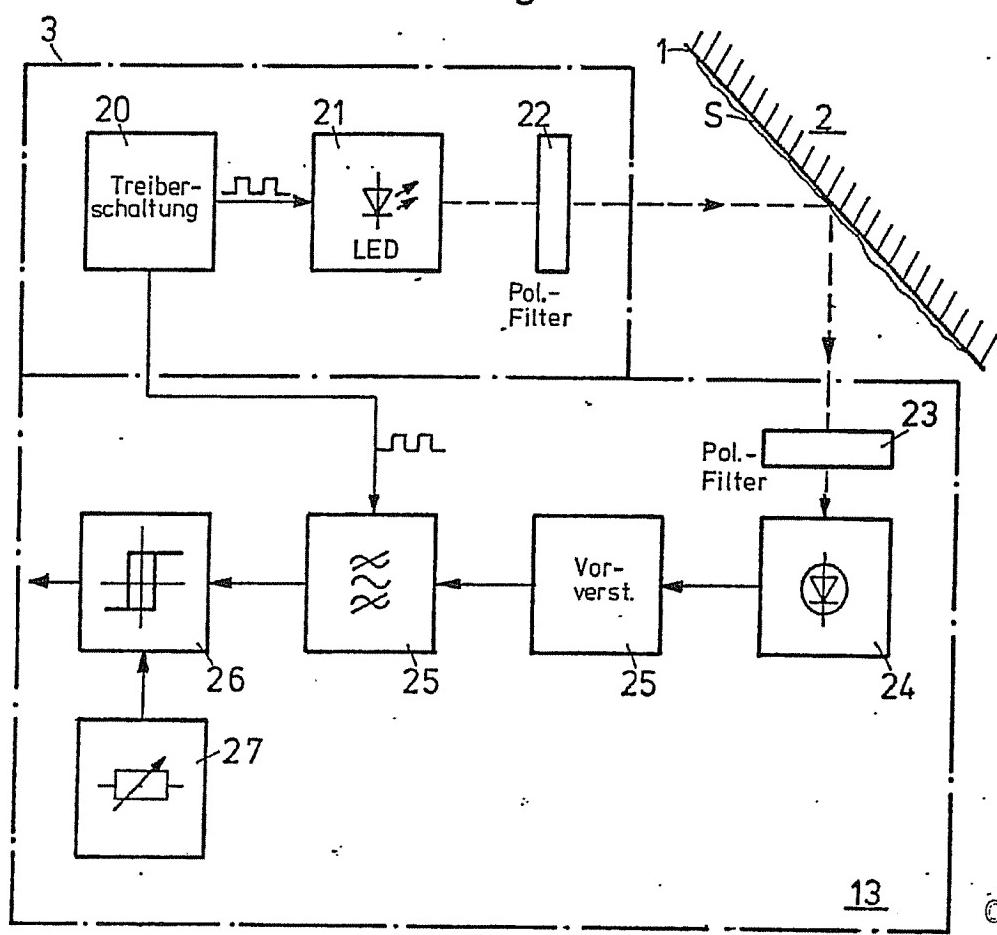


Fig. 4



CCP